

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	金澤 直也
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院工学系研究科
役職名	講師
研究課題名	新世代コンピューティング素子のためのスキルミオン物質基盤創成
研究実施期間	2021 年 4 月～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

現代のエレクトロニクスは、半導体集積度の限界や情報処理のエネルギー消費量の急増といった課題に直面していて、微細化技術の向上だけでなく半導体デバイスの高性能化や新機能付与が重要な開発戦略となっている。特に、電子のもつ電荷とスピンの自由度を同時に利用したスピントロニクスの発展が期待されていて、中でも物質の表面や界面における物性機能開拓が中心課題の一つとなっている。一方、既存の物質におけるスピン機能は、それらに含まれる重元素がもたらす「強いスピン軌道相互作用」によって担保されている。しかし材料の観点から見ると、重元素には希少性や毒性があり、環境負荷や資源枯渇の面で課題があった。

本研究は、分子線エピタキシー法を用いた薄膜作製、電気伝導特性や磁気特性測定、偏極中性子反射率測定、第一原理電子状態計算といった手法を駆使して、地球上に豊富に存在する鉄 (Fe) とシリコン (Si) から成る化合物 FeSi において強いスピン軌道相互作用を示す表面状態が現れることを発見した。さらに電流誘起磁化反転といった不揮発性メモリにおける次世代の情報記録・操作技術に応用可能なスピン機能を実現した。また、FeSi の表面状態の特徴が結晶内部の電子状態のトポロジーに由来していて、現代の電気分極理論で用いられる幾何学的位相の概念に関連していることを解明した。比較的原子番号の小さい軽元素で構成された化合物における強いスピン軌道相互作用の発現は、これまでの常識を打ち破るものである。本成果によって、環境負荷の小さく資源として豊富に存在する元素の化合物に潜むトポロジカル物性・スピントロニクス機能の開拓が促進され、電子デバイスの省電力化や高機能化に繋がると期待できる。

本成果は論文として出版した : Science Advances 7, eabj0498 (2021)。またプレスリリース (https://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/press/setnws_202111181026192641312505.html) ならびに新聞掲載を通して情報発信した。